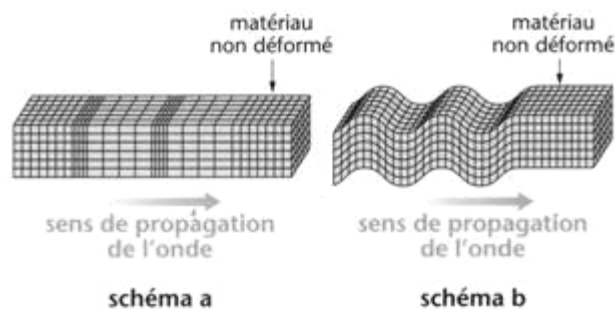


Modélisation des ondes sismiques.

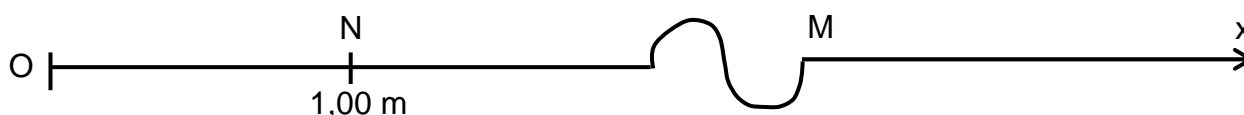
1. Les séismes sont provoqués par les mouvements de plaques. Ils s'accompagnent de la propagation d'ondes à partir du foyer (lieu du séisme). Les ondes de fond se propagent à l'intérieur du globe, elles sont constituées des ondes primaires P , les plus rapides, et d'ondes secondaires S . Les ondes P sont des ondes de compression-dilatation (schéma a), les S des ondes de cisaillement vertical (schéma b).



(Nathan Term S 2006)

- 1.1. À quels types d'ondes mécaniques les ondes P et S correspondent-elles ? Justifier.
- 1.2. À partir du texte, quelle grandeur peut-on utiliser pour comparer la propagation des deux ondes ?

2. On modélise la propagation des ondes S par la propagation d'une onde sur une corde tendue. Le séisme est matérialisé par une perturbation à la source O à $t_0 = 0$ s. L'allure de la corde à la date $t_1 = 0,20$ s est schématisée ci-dessous :



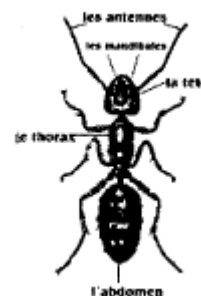
- 2.1. Calculer la célérité de l'onde.
- 2.2. Une modification de l'amplitude de la perturbation modifie-t-elle la célérité de l'onde ?
Une modification de la tension de la corde modifie-t-elle la célérité de l'onde ?
Justifier.
- 2.3. Calculer le retard τ de la perturbation en un point N situé à 1,00 m de la source, par rapport à la source O .
- 2.4. Représenter l'allure du déplacement du point N de la corde sur un axe temporel.

3. On modélise toujours la propagation des ondes S par la propagation d'une onde sur une corde tendue, mais le séisme est matérialisé par un vibreur de fréquence $f = 100$ Hz.

Déterminer la période et la longueur d'onde.

A PROPOS DE L'ACIDE FORMIQUE

Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules et la projection d'acide formique. Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime. Une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrière et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 centimètres grâce à son abdomen.



L'acide formique (ou acide méthanoïque) soluble dans l'eau a pour formule semi-développée HCOOH . On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

Données :

- Masses molaires atomiques : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 100 \text{ mL}$, on introduit une masse m d'acide formique, puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise. On dispose d'une solution S_0 d'acide formique de concentration molaire $C_0 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. On mesure un $\text{pH} = 2,92$.

- a) Calculer la masse m .
- b) Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide formique en présence d'eau.
- c) Compléter le **tableau 1** d'avancement joint en **annexe** (à rendre avec la copie) correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C_0 , V_0 , x_{max} et $x_{\text{éq}}$. On note $x_{\text{éq}}$ l'avancement à l'état d'équilibre et x_{max} l'avancement de la réaction supposée totale.
- d) Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ et de C_0 .
- e) Conclure quant au caractère total ou limité de la réaction.
- f) Ce système chimique est le siège d'un « équilibre dynamique ». Expliquer ce que signifie cette notion.

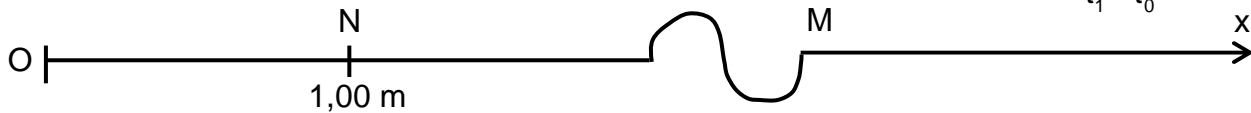
c) Équation de la réaction					
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0				
État final (si la transformation était totale)	x_{max}				
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{\text{éq}}$				

I. Modélisation des ondes sismiques.

1.1. Pour les ondes mécaniques P, la direction de la perturbation et la direction de la propagation est la même, il s'agit d'une onde **longitudinale**. Par contre pour les ondes S, la direction de la propagation est perpendiculaire à la direction de la perturbation, il s'agit d'une onde **transversale**.

1.2. Dans le texte, on nous dit que les ondes P sont plus rapides que les ondes S, la **célérité** peut être une grandeur à utiliser pour comparer la propagation des deux ondes.

2.1. La perturbation a parcouru la distance OM, en une durée $\Delta t = t_1 - t_0$. Alors $v = \frac{OM}{t_1 - t_0}$.



1,00 m correspond à 4,0 cm sur le schéma

OM = ? m correspond à 10,0 cm sur le schéma

Ainsi OM = 10,0 / 4,0 = 2,5 m.

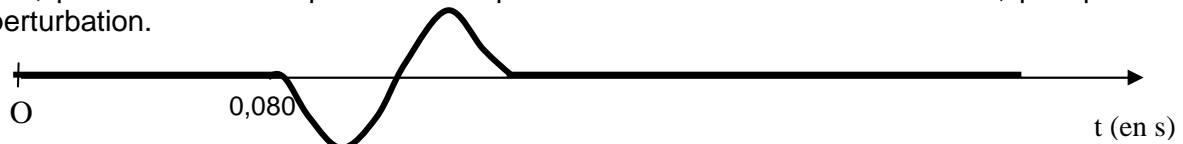
$$v = \frac{2,5}{0,20} = 12,5 \text{ m.s}^{-1} \quad (12,5 \text{ arrondi avec 2 chiffres significatifs} = 13)$$

2.2. La célérité dépend du milieu de propagation, la tension de la corde va modifier ce milieu, donc la célérité de l'onde dépend de la tension de la corde mais pas de l'amplitude de la perturbation.

2.3. $\tau = \frac{ON}{v}$

$$\tau = \frac{1,00}{12,5} = 0,080 \text{ s} \quad (\text{calcul effectué avec la valeur non arrondie de } v)$$

2.4. Observons le point M : à l'instant $t = 0,20$ s, le front de la perturbation atteint ce point M. Il va descendre, puis remonter. Le point N a eu précédemment ce même mouvement, puisqu'il a subi la même perturbation.



3. $T = \frac{1}{f}$

$$T = \frac{1}{100} = 1,00 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{12,5}{100} = 0,125 \text{ m} = 0,13 \text{ m}$$

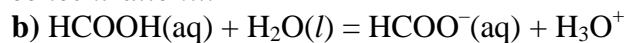
A propos de l'acide formique (4 pts)

$$\text{a) } n = C_0 \cdot V_0 = \frac{m}{M_{\text{HCOOH}}} \quad \text{donc } m = C_0 \cdot V_0 \cdot M$$

$$m = 0,01 \times 0,100 \times 46$$

$$m = 4,6 \times 10^{-2} \text{ g} \quad \text{soit } m = 5 \times 10^{-2} \text{ g}$$

remarque: Il est étonnant de constater que l'énoncé donne 1 seul chiffre significatif pour la concentration...



c) Équation de la réaction		$\text{HCOOH(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} = \text{HCOO}^{\text{-}}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^{\text{+}}$			
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0	$n_0 = C_0 \cdot V_0$	Excès	0	0
État final (si la transformation était totale)	x_{max}	$C_0 \cdot V_0 - x_{\text{max}}$	Excès	x_{max}	x_{max}
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{\text{éq}}$	$C_0 \cdot V_0 - x_{\text{éq}}$	Excès	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

$$\text{1)d) } \tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}}$$

Accès à x_{max} :

Si la transformation est totale alors l'acide méthanoïque est totalement consommé soit $C_0 \cdot V_0 - x_{\text{max}} = 0$
alors $x_{\text{max}} = C_0 \cdot V_0$

Accès à $x_{\text{éq}}$:

D'après l'équation de la réaction modélisant la transformation, on a $x_{\text{éq}} = n_{\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}}$

$$\text{donc } x_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}]_{\text{éq}} \cdot V_0$$

$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}]_{\text{éq}}}{C_0}$$

$$\text{1)e) } [\text{H}_3\text{O}^{\text{+}}] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_0}$$

$$\tau = \frac{10^{-2.92}}{0,01} = 1,2 \times 10^{-1} = 1 \times 10^{-1} = 1 \times 10^1 \% \text{ La transformation est limitée.}$$

f) équilibre : la composition du système chimique n'évolue plus.

Dynamique : réactions en sens direct et en sens inverse continuent d'avoir lieu.